

Facultad de Ingeniería Económica, Estadísticas y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Ingeniería

SITUACIÓN Y SOLUCIONES ANTE LA PEQUEÑA MINERÍA DE COBRE



Copa Llerena, Alvin Valentin
Zapana Medina, Luis Fernando
Hanampa Maquera, Santiago Fernando
Huarachi Quiñones, Jesus Eduardo

Cálculo Integral

Ysique Quesquen Alan

6 de diciembre del 2023

RESUMEN

La pequeña minería de cobre enfrenta desafíos considerables debido a la falta de adopción de tecnologías avanzadas, impactos ambientales y limitaciones financieras. Para abordar estos problemas, se propone la transferencia tecnológica para mejorar la eficiencia operativa y reducir impactos ambientales. Además, se destaca la importancia de prácticas sostenibles, como programas de reforestación y gestión de residuos. Superar la limitación financiera es crucial, proponiendo la creación de mecanismos financieros específicos, como préstamos preferenciales y fondos de inversión. La colaboración entre sectores público, privado y comunidades locales es esencial para implementar estas soluciones de manera efectiva. En resumen, la pequeña minería de cobre puede avanzar mediante la adopción de tecnologías, prácticas sostenibles y apoyo financiero, respaldado por la colaboración activa de todos los actores involucrados, asegurando un futuro sostenible en la industria.

ABSTRACT

Small copper mining faces considerable challenges due to the lack of adoption of advanced technologies, environmental impacts, and financial limitations. To address these issues, technological transfer is proposed to enhance operational efficiency and reduce environmental impacts. Additionally, the importance of sustainable practices, such as

reforestation programs and waste management, is emphasized. Overcoming financial constraints is crucial, suggesting the creation of specific financial mechanisms such as preferential loans and investment funds. Collaboration among the public, private sectors, and local communities is essential to effectively implement these solutions. In summary, small copper mining can progress through the adoption of technologies, sustainable practices, and financial support, backed by the active collaboration of all stakeholders, ensuring a sustainable future in the industry.

ÍNDICE

1. OBJETIVOS

Objetivos generales:

Interpretar los problemas que enfrenta la pequeña minería de cobre.

Objetivos específicos:

Identificar alternativas ante la pequeña minería cuprífera.

2. INTRODUCCIÓN

La pequeña minería de cobre emerge como un fenómeno multifacético que demanda una atención meticulosa en la actualidad. Este metal, esencial en la sociedad moderna por sus aplicaciones en la industria eléctrica y electrónica, se extrae a diferentes escalas alrededor del mundo. Sin embargo, es la pequeña minería la que, en muchos casos, protagoniza tanto los aspectos positivos como los retos críticos vinculados a esta actividad.

En el marco de esta monografía, nos sumergiremos en la realidad que caracteriza a la pequeña minería de cobre, explorando las complejidades y repercusiones que se desprenden de su ejercicio. A medida que esta actividad se presenta como una fuente de desarrollo económico para ciertas comunidades, también plantea interrogantes significativas en relación con el medio ambiente, los derechos laborales y la sostenibilidad a largo plazo.

Es esencial entender las dinámicas y tensiones que definen la situación actual de la pequeña minería de cobre. Desde la explotación de recursos limitados hasta las preocupaciones sobre la contaminación ambiental y los desafíos socioeconómicos, este sector se halla en una encrucijada que requiere un examen crítico y equilibrado.

A lo largo de estas páginas, analizaremos en detalle los distintos elementos de la pequeña minería de cobre, destacando sus aspectos positivos y señalando los desafíos fundamentales que enfrenta. Asimismo, nos enfocaremos en explorar soluciones viables que puedan allanar el camino hacia una minería de cobre a pequeña escala más sostenible y responsable, abordando tanto las dimensiones ambientales como las sociales.

El propósito de esta monografía es ofrecer una visión completa de la situación actual de la pequeña minería de cobre y proponer estrategias efectivas que permitan conciliar el impulso económico con la preservación del entorno y el respeto por los derechos laborales. A través de este análisis, buscamos contribuir al debate sobre cómo optimizar la gestión de la pequeña minería de cobre para garantizar un desarrollo equitativo y sostenible.

3. METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo con un enfoque descriptivo e interpretativo, centrándose en los fenómenos asociados a la minería del cobre. El análisis abarca la identificación y descripción detallada del problema, así como la evaluación de sus repercusiones y la respuesta gubernamental.

4. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

4.1 Características de la minería del cobre:

- **Tecnología y Equipamiento:** Uso limitado de tecnologías avanzadas y maquinaria moderna en comparación con operaciones a mayor escala.
- **Medidas de Seguridad y Medio Ambiente:** Desafíos en la implementación de medidas sólidas de seguridad y protección ambiental, lo que podría resultar en riesgos laborales y posibles impactos negativos en el entorno.
- **Acceso Limitado a Capital:** Obstáculo debido a la falta de recursos financieros para adoptar tecnologías más eficientes y sostenibles.
- **Trabajo Intensivo y Eficiencia:** Operaciones intensivas en trabajo, con índices de recuperación a veces inferiores debido a técnicas menos eficientes.
- **Explotación de Depósitos Marginales:** Enfoque en la explotación de depósitos marginales o de menor tamaño, presentando desafíos adicionales en términos de rentabilidad y sostenibilidad.
- **Baja Productividad y Repetición de Procesos:** Productividad reducida debido al uso de técnicas menos eficientes, con la posible repetición de procesos para aumentar la producción.
- **Marco Legal:** Se han establecido dispositivos legales dirigidos a la regulación de la minería artesanal de cobre con la finalidad de mitigar la ilegalidad y la informalidad. Estos marcos normativos

emanan tanto del Ministerio de Energía y Minas como del ámbito ambiental. Se explicitan en el anexo 1 los artículos correspondientes que delinean las pautas legales para la operación de la pequeña minería cuprífera, enfocadas en evitar prácticas ilícitas e informales.

Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal LEY N.º 27651 [1]

Artículo 16.- Plan de Desarrollo de la Minería Artesanal El Ministerio de Energía y Minas, a través de sus órganos competentes y los organismos públicos descentralizados del sector, elaborará el Plan de Desarrollo de la Minería Artesanal.

4.2 Formulación y descripción del problema

La situación expuesta implica riesgos económicos, impactos ambientales y peligros laborales. La inseguridad económica y los problemas ambientales requieren ser abordados mediante la implementación de medidas eficaces. Los conflictos territoriales y las violaciones de los derechos humanos vinculados a la minería del cobre deben ser objeto de atención, con un enfoque en la promoción de prácticas éticas y el respeto a los derechos fundamentales de las comunidades afectadas. La colaboración entre el gobierno, la industria y las comunidades locales se convierte en esencial para encontrar soluciones equitativas y sostenibles en este contexto.

4.3 La pequeña minería como problema social

La pequeña minería plantea problemas sociales como condiciones laborales precarias, trabajo infantil, desplazamiento de comunidades y conflictos. Los impactos ambientales, como la contaminación del agua y la deforestación, afectan la salud comunitaria. La falta de regulación facilita la corrupción y la explotación. Las comunidades dependientes experimentan ciclos económicos volátiles. Abordar estos problemas requiere regulaciones efectivas, participación comunitaria y prácticas sostenibles. La cooperación entre gobiernos, empresas y comunidades es esencial para equilibrar el desarrollo económico con la protección ambiental y los derechos humanos.

Riesgo laboral en la pequeña minería del cobre

En la pequeña minería del cobre en Perú, los riesgos laborales son prominentes debido a condiciones laborales precarias y falta de medidas de seguridad. Los trabajadores enfrentan peligros como derrumbes, exposición a sustancias tóxicas y accidentes mineros debido a la carencia de inversiones en tecnologías y capacitación adecuada. La ausencia de equipos de protección personal y la exposición a polvo, ruido y vibraciones contribuyen a problemas de salud ocupacional. La falta de regulación y supervisión efectiva agrava estos riesgos. Es esencial fortalecer la regulación gubernamental, implementar medidas de seguridad rigurosas y proporcionar capacitación continua para los trabajadores. La conciencia sobre la importancia de prácticas seguras y

la inversión en tecnologías modernas son cruciales para mitigar estos riesgos y salvaguardar la salud y el bienestar de los trabajadores en la industria minera del cobre en Perú.

4.4 Problemas ambientales causados por la pequeña minería

Esta minería artesanal de cobre constituye por sí sola una fuente de contaminación provocada en el mundo.

Los problemas ambientales que se generan son de repercusiones directas sobre la población trabajadora y sus familias en lugares aislados separados del medio de atención más apropiado y con menos recursos de protección ambiental ya que no tienen cobertura indumentaria para prevenir enfermedades, no hay capacitaciones, no tienen respaldo económico.

El problema se ve agravado especialmente con respecto a los impactos ambientales menos visibles o a largo plazo que provocan estas actividades. Cabe añadir la falta de información sobre los métodos disponibles para reducir los impactos y la falta de incentivos para efectuar cambios.

El impacto ambiental

La minería informal tiene mucho que ver con el arsénico, cuyo uso inadecuado se debe al desconocimiento del proceso. El arsénico suele presentarse junto al cobre en la extracción de este mineral, es un producto tóxico para el medio ambiente y la salud humana. Hay varios procesos para abatir este arsénico donde se obtiene por residuo final:

Arsenita de calcio, trióxido de arsénico, trisulfuro de arsénico y escorodita. El proceso por el cual se obtiene una gran cantidad de contaminación es un procedimiento barato, simple y rápido para los mineros informales que, suelen ignorar los graves efectos de la manipulación. Por otro lado la Escorodita es el único residuo amigable con el medio ambiente y que se encuentra aprobado en distintas normativas mineras en el mundo.

Los daños a la integridad y funcionamiento de los ecosistemas y a la salud de las personas, causados por una deficiente planificación y evaluación previa, por condiciones técnicas inadecuadas de las operaciones y del tratamiento de los productos minerales y desechos, y por el mal manejo de los pasivos ambientales de origen minero y la falta de cumplimiento de los planes de cierre, ha permitido identificar una serie de vacíos y debilidades legales en la regulación de la actividad minera, que en muchos casos, permiten una larga estela de destrucción y deterioro irreparable de ecosistemas.

Solución

Se deberá, según los volúmenes de producción, seguir la clasificación del tipo de minera, y se deberá seguir los siguientes pasos para las informales, siguiendo la lógica obligaciones básicas y más beneficios.

1. Presentación de Declaración de Compromisos.

2. Acreditación de Titularidad, Contrato de Cesión, Acuerdo o Contrato de Explotación sobre la Concesión Minera.

3. Acreditación de Propiedad o Autorización de Uso del Terreno Superficial.

4. Autorización de Uso de Aguas.

5. Aprobación del Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo.

6. Autorización para Inicio/Reinicio de Actividades de Exploración, Explotación y/o Beneficio de Minerales.

Por ejemplo, se pueden presentar beneficios como menor tasas de interés para adquirir préstamos para máquinas, además de presentar proyectos que permitan trabajo colaborativo con el Estado, o reducir impuestos a grandes mineras para brindar asesoramiento a pequeñas, el objetivo es que las pequeñas mineras se sientan abordadas y ayudadas en la formalidad, en lo oficial y se olviden de lo clandestino.

La economía en el Perú es predominantemente informal. La actividad minera artesanal es de larga tradición histórica, por ello ha estado presente por siglos, pero ha estallado en las últimas décadas debido, a los altos niveles de pobreza en algunos sectores de la población y al incremento de la demanda de cobre

Aplicación del Calculo Integral

Aplicaciones del Cálculo Integral

1) Cálculo del volumen de la superficie afectada para la construcción de las pilas:

Para calcular el volumen de la superficie afectada, la cual presenta la forma de cono truncado, empleamos “Cálculo de volúmenes mediante secciones transversales”. Así pues, la razón de cambio instantánea viene a ser definida como:

$$V=\int_a^b A(y)\,dy$$

Siendo:

$$A(y)=\pi R^2$$

Por semejanza de triángulos obtenemos:

$$\frac{y}{h}=\frac{R}{r}\rightarrow R=\frac{r}{h}y$$

Por lo que:

$$A(y)=\pi\left(\frac{r}{h}y\right)^2$$

Reemplazamos:

$$V=\int_0^h \pi\left(\frac{r}{h}y\right)^2$$

$$V=\pi\frac{r^2}{h^2}\int_0^h y^2\,dy$$

$$V=\pi\frac{r^2}{h^2}\times\frac{y^3}{3}\vee\begin{matrix}h\\0\end{matrix}$$

$$V=\pi\frac{r^2}{h^2}\times\frac{h^3}{3}$$

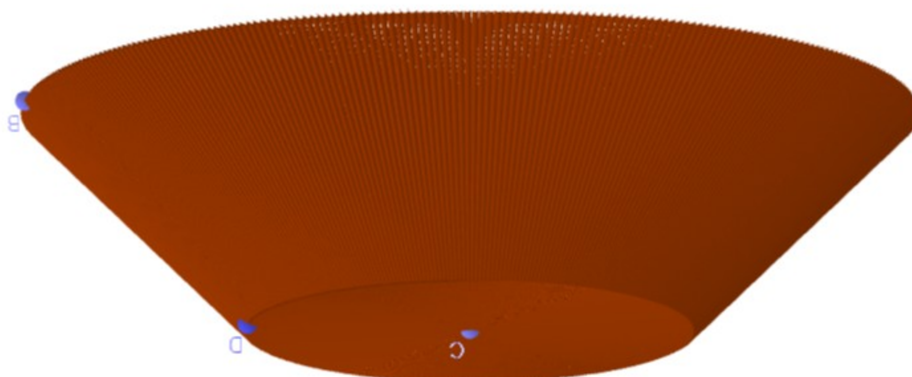
$$V=\frac{1}{3}\pi r^2 h$$

Una vez obtenido la fórmula del volumen de un cono, podemos definir el volumen de un cono truncado mediante:

$$V_T=V_1-V_2$$

$V_T=\frac{1}{3}\pi$¿

$$V_T=\frac{1}{3}\pi h_2\left(r_1^2+r_2^2+r_1 r_2\right)$$



2) Cálculo de las funciones de costo e ingreso mediante E.D.O. de primer orden:

Podemos definir la función costo mediante operaciones diferenciales ordinarias de primer orden. Así pues:

Ejemplo:

Una empresa minera ha encontrado un yacimiento inmenso de cobre, por lo que decidieron contratar una agencia de maquinaria pesada. Por políticas de la agencia, no se permiten trabajar con volúmenes mayores a 2 000 000 de metros cúbicos de material. Así pues, los costos generados por la excavación de V metros cúbicos de material están definidos por:

$$\frac{dC}{dV}=C\left(10^{-2}-10^{-9}C\right);si\,0\leq V\leq 2\,000\,000$$

Por separación de variables:

$$\frac{dC}{C\left(10^{-2}-10^{-9}C\right)}=dV$$

$$\int\frac{dC}{C\left(10^{-2}-10^{-9}C\right)}=\int dV$$

$$10^{9}\int\frac{dC}{C\left(10^{7}-C\right)}=\int dV$$

$$10^{9}\times 10^{-7}\int\left(\frac{1}{C}+\frac{1}{10^{7}-C}\right)=\int dV$$

$$\ln|C|-\ln\left|10^{7}-C\right|+C_1=V+C_2$$

$$\ln\left|\frac{C}{10^{7}-C}\right|+C_{1}=\frac{V+C_{2}}{10^{2}}$$

$$\frac{C}{10^{7}-C}=Ke^{\frac{V}{10^{2}}}$$

$$C=\frac{10^{7}Ke^{\frac{V}{10^{2}}}}{1+Ke^{\frac{V}{10^{2}}}}$$

$$C=\frac{10^{7}K}{K+e^{\frac{-V}{10^{2}}}}$$

Por condición inicial:

$$C(0)=5\times10^{4}$$

Por lo tanto, al evaluar la función en P (C_0, V_0), obtenemos:

$$C(V)=\frac{10^{7}}{1+199\left(e\text{¿¿}\frac{-V}{10^{2}}\right)\text{¿}}$$

Asimismo, los ingresos generados por la extracción de cobre del material extraído de la excavación están definidos por:

$$\frac{dI}{dV}=I\left(10^{-2}\right)$$

$$\frac{dI}{I\left(10^{-2}\right)}=dV$$

$$10^{2}\int\frac{dI}{I}=\int dV$$

$$\ln|I+C| = \frac{V}{10^2}$$

$$I+C = e^{\frac{V}{10^2}}$$

Por condición inicial:

$$I(0) = 0$$

Por lo tanto, al evaluar la función en Q (I_0, V_0), obtenemos:

$$I(V) = e^{\frac{V}{10^2}} - 1$$

Finalmente, la empresa busca maximizar su utilidad, ya que, de otro modo, generarían pérdidas para futuras inversiones; por lo que emplean la siguiente ecuación:

$$U = I - C$$

Y como quieren maximizar su utilidad:

$$\frac{dU}{dV} = 0$$

Por lo que:

$$\frac{dU}{dV} = \frac{d}{dV}\left(e^{\frac{V}{100}}\right) - \frac{d}{dV}\left(\frac{10^7}{1+199\left(e^{\frac{-V}{100}}\right)}\right) = 0$$

$$\frac{e^{\frac{V}{100}}}{100} = 10^7 ¿¿$$

$$e^{\frac{V}{100}} + 199 = \sqrt{199 \times 10^7}$$

$e^{\frac{V}{100}} = 44410{,}42$

Por lo que, para optimizar la utilidad de la excavación se deben extraer:

$V = 1070{,}1\, m^3$

Conclusiones

La minería informal es un problema, pero también una oportunidad, es un problema debido a la propia informalidad y condiciones de trabajo no regulados lo que permite la explotación de diversos tipos tanto laboral como ambiental, pero es una oportunidad porque permite ver como se organiza la población para trabajar y por tanto se pueden llegar a formalizar y aportar a la sociedad mediante tributos y obviamente obtener las soluciones que se propuso.

5. BIBLIOGRAFÍA

CEPAL. 2004. La pequeña minería y los desafíos de la gestión pública. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5352f2c-7d80-4f70-8199-02602209abe0/content

Glave, M. (2007). La minería Peruana: Lo que sabemos y lo que aún nos falta por saber.

https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/51537/ssoar-2007-glave-La_mineria_Peruana_Lo_que.pdf?sequence=1

Humala Taso, O., Valdez Dacuart , O., Lozada ACasapia , D., Jimenez Mayor, J., & Cornejo Diaz, R. (19 de abril de 2012). *Normas Legales.* Obtenido de https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-establece-disposiciones-para-el-proc-decreto-legislativo-n-1105-778570-2/

Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-27651.pdf

REPÚBLICA, E. P. (26 de junio de 2008). *Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal.* Obtenido de https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-27651.pdf